

**Associação entre caracteres de  
raiz de cenoura**



Foto: Giovani Olegário da Silva

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 145***

## **Associação entre caracteres de raiz de cenoura**

Giovani Olegário da Silva

Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Jairo Vidal Vieira

Embrapa Hortaliças  
Brasília, DF  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças**

**Presidente:** *Jadir Borges Pinheiro*

**Editora Técnica:** *Mariana Rodrigues Fontenelle*

**Secretária:** *Gislaine Costa Neves*

**Membros:** *Carlos Eduardo Pacheco Lima*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Ailton Reis*

*Giovani Olegário da Silva*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Alice Maria Quezado Duval*

*Jairo Vidal Vieira*

*Rita de Fátima Alves Luengo*

**Supervisora Editorial:** *Caroline Pinheiro Reyes*

**Bibliotecária:** *Antônia Veras de Souza*

**Editoração eletrônica:** *André L. Garcia*

**1ª edição**

**1ª impressão (2017):** 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

**Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

---

Silva, Giovani Olegário.

Associação entre caracteres de raiz de cenoura / Giovani Olegário da Silva, Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho, Jairo Vidal Vieira. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017.

13 p. : il. color. ; 21 cm x 27 cm. (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 145).

1. *Daucus carota*. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Fenótipo. I. Carvalho, Agnaldo Donizete Ferreira de. II. Vieira, Jairo Vidal. III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série.

CDD 635.13

---

©Embrapa, 2017

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	9
Conclusões.....	11
Referências .....	11

# Associação entre caracteres de raiz de cenoura

---

*Giovani Olegário da Silva<sup>1</sup>*

*Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho<sup>2</sup>*

*Jairo Vidal Vieira<sup>3</sup>*

## Resumo

O objetivo do trabalho foi verificar as relações entre caracteres fenotípicos de raízes de cenoura a partir de populações de cenoura cultivadas em sistema de produção convencional. O experimento foi conduzido na Embrapa Hortaliças, DF. Duas populações de cenoura em fase de melhoramento e quatro cultivares comerciais foram plantadas em novembro de 2007 a campo em sistema convencional de produção, com delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e parcelas de 1 m<sup>2</sup>, com 100 plantas por parcela. Aos 90 dias após o semeio, vinte raízes por parcela foram colhidas e avaliadas para caracteres fenotípicos. Foi realizada análise de variância e correlações fenotípicas entre os caracteres. Observou-se que: 1- Há associação significativa entre maiores comprimento de raiz, diâmetros de raiz e de xilema e espessura do floema com maior massa de raiz. 2- Há correlações medianas entre o diâmetro total de raízes e os diâmetros de xilema e espessura de floema, principalmente para o diâmetro do xilema. 3- Há correlações negativas entre parâmetro de cor a\* do xilema e os diâmetros de raiz e de xilema; portanto as raízes mais grossas apresentaram coloração mais claras, com menor concentração de  $\beta$ -caroteno.

**Termos para indexação:** *Daucus carota* L., melhoramento, correlação.

---

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>3</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

## Association among root characters in carrot

---

### Abstract

This work aimed to verify the relations among phenotypic root characters from carrot populations cultivated under conventional production system. The bioassays were conducted at Embrapa Vegetables, DF. Two breeding lines and four commercial cultivars were grown in November 2007 under conventional production system, with a randomized block design with four replications, each plot containing 100 plants, occupying an area of 1 m<sup>2</sup>. Ninety days after sowing, twenty roots per plot were harvested and evaluated considering its phenotypic characters. The analysis of variance and phenotypic correlations among the characters were performed. It was observed that: 1- There are significant association between larger root length, root and xylem diameters, and phloem thickness with larger root mass. 2 - There are median correlations between total root diameter with xylem diameter and phloem thickness, mainly with xylem diameter. 3 - There are negative correlations between color parameter a\* of the xylem with root and xylem diameters; therefore, the thicker roots presented lighter staining, with lower  $\beta$ -carotene concentration.

**Index terms:** *Daucus carota* L., breeding, correlation.

## Introdução

O progresso genético direcionado em qualquer espécie está associado à existência de variabilidade genética, à seleção natural e/ou artificial e ao ajuste dos genótipos aos ambientes existentes. Comprovada a existência de variabilidade genética e, sobretudo, o valor desta em relação à variação não-genética, o processo seletivo assume grande importância no progresso genético, objetivando acumular alelos favoráveis à característica de interesse em determinada população, sendo este fator vinculado a uma constante e permanente renovação (REIS et al., 2004). De acordo com a estratégia e o ganho que ela proporcionará, pode-se orientar, de maneira mais efetiva, um programa de melhoramento, bem como prever o sucesso do esquema adotado, decidindo, com bases científicas, quais esquemas podem resultar em maior ganho genético (CRUZ et al., 2012).

Além disso, os melhoristas frequentemente enfatizam a seleção para alguns poucos caracteres apenas, em cada estágio de seleção. Entretanto, é importante conhecer qual efeito a seleção para um caráter específico pode causar em outros caracteres (PEREIRA et al. 1994). A existência de associações entre caracteres determina que, quando a seleção é praticada em determinado caráter, pode ocasionar alterações em outros, cujo sentido pode ou não ser de interesse para o melhoramento. Desta forma, o conhecimento das relações entre caracteres é muito importante, podendo-se construir uma estratégia de seleção visando um caráter de interesse, baseando-se em outros com alta correlação (CRUZ et al., 2012; SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2013). A utilização da análise de trilha permite desdobrar os coeficientes de correlação simples em seus efeitos diretos e indiretos, melhorando o entendimento das relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas (BARBOSA, 1996; CARVALHO et al., 2004).

Nos programas de melhoramento de cenoura para o desenvolvimento de novas cultivares, as características rendimento e aparência das raízes são muito importantes. Além disso, grande importância também é dada ao teor de  $\beta$ -caroteno, devido a sua influência na saúde humana, por ser precursor da vitamina A. A associação entre a pigmentação

mais intensa das raízes, especialmente de sua parte interna, com maior conteúdo de caroteno foi evidenciada por Michalik et al. (1985). Da mesma forma, estudos realizados por Pereira (2002) concluíram que o uso de medidas de cor do sistema Hunter e do sistema CIELAB podem perfeitamente substituir os métodos laboratoriais espectrofotométricos e cromatográficos que são utilizados para determinação de carotenóides em cenoura.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi verificar as relações entre caracteres fenotípicos de raízes de cenoura a partir de populações cultivadas em sistema de produção convencional.

## **Material e Métodos**

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Hortaliças, no Distrito Federal, em sistema convencional de cultivo (utilizado no programa de melhoramento de cenoura). Seis populações de cenoura, duas em fase de melhoramento (derivadas da cultivar Brasília) e quatro cultivares comerciais (Brasília, Alvorada, Esplanada e Carandaí) foram cultivadas no verão de 2007/2008, com plantio em novembro de 2007, a campo, com delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de 1 m<sup>2</sup>. O desbaste foi realizado 30 dias após o semeio, de modo que o espaçamento entre plantas foi de 2 cm e entre linhas de 20 cm.

Aos 90 dias após o semeio, 20 raízes por parcela foram colhidas e avaliadas individualmente quanto aos seguintes caracteres: comprimento de raiz (cm); diâmetro da raiz, diâmetro do xilema da raiz e espessura do floema da raiz (cm), todos avaliados no terço superior do comprimento da raiz; massa da raiz (g); e, por leitura colorimétrica direta, determinou-se o parâmetro  $a^*$  para os tecidos xilema e floema de cada raiz, utilizando-se o analisador de cor de tristímulos compacto Minolta CR-200b (Minolta Corporation Instrument System Division). Com a utilização do parâmetro  $a^*$  pode-se determinar o teor de  $\beta$ -caroteno das raízes de cenoura com segurança (PEREIRA, 2002).

Foi realizada análise de variância e calculadas as correlações fenotípicas entre os caracteres (CRUZ et al., 2012).



Todas as operações estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2013).

As magnitudes dos coeficientes de correlação foram classificadas conforme Carvalho et al. (2004), da seguinte forma:  $r = 0$  (nula);  $0 < |r| \leq 0,30$  (fraca);  $0,30 < |r| \leq 0,60$  (média);  $0,60 \leq |r| < 0,90$  (forte);  $0,90 < |r| \leq 1$  (fortíssima) e  $|r| = 1$  (perfeita).

## Resultados e Discussão

Por meio da análise de variância (dados não apresentados), pôde-se verificar que todos os caracteres foram significativos na diferenciação das populações, indicando que o desempenho de pelo menos uma das populações foi diferente das demais para cada caráter.

A correlação indica que o ganho com a seleção para determinado caráter pode ocasionar mudanças em outros caracteres correlacionados, sendo que essa associação pode ou não ser de interesse para o melhorista (SILVA et al., 2006). Na Tabela 1 estão discriminadas as correlações entre os caracteres.

**Tabela 1.** Correlações fenotípicas entre caracteres avaliados em seis populações de cenoura, duas em fase de melhoramento e quatro cultivares comerciais (Brasília, Alvorada, Esplanada e Carandaí), fontes de variabilidade para utilização no desenvolvimento de novas cultivares, avaliadas em sistema de produção convencional no Distrito Federal. Brasília, 2008.

	COM	DRA	DXR	EFR	A*X	A*F
MAS	0,51	0,65	0,59	0,38	-0,24	0,05
COM		0,28	0,27	0,13	0,12	0,22
DRA			0,86	0,65	-0,35	0,24
DXR				0,18	-0,52	0,22
EFR					0,09	0,13
A*X						0,35

MAS: massa; COM: comprimento; DRA: diâmetro da raiz; DXR: diâmetro do xilema; EFR: espessura do floema; A\*X: parâmetro A\* do xilema; A\*F: parâmetro A\* do floema.  
\*correlações acima de 0,10 foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste T.

Correlações positivas e medianas a fortes com o caráter massa de raiz foram verificadas para os caracteres comprimento de raiz e para os diâmetros de raiz, de xilema e espessura do floema, indicando que, com a seleção nestes caracteres correlacionados, ganhos poderiam ser obtidos em raízes com maior massa. A indicação de que maior diâmetro de raiz determina maior rendimento, corrobora com Alves et al. (2006), com Silva et al. (2012) e Silva et al. (2013), que verificaram correlação de 0,54, 0,56 e 0,84, respectivamente.

O diâmetro total de raízes correlacionou-se medianamente com os diâmetros de xilema e espessura de floema, porém o diâmetro de xilema mostrou maior influência no diâmetro total. Isto indica que quanto maior, principalmente o diâmetro do xilema, maior o diâmetro da raiz. Correlações entre rendimento com diâmetro de xilema (0,51) e correlação entre diâmetro de xilema e espessura do floema (0,35) também foram verificadas por Alves et al. (2006). Da mesma forma, em estudo com três populações do grupo Brasília, Silva et al. (2013) verificaram correlação entre massa de raiz e diâmetro de xilema (0,75), do que com espessura do floema (0,51); no entanto, naquele estudo a correlação entre diâmetro do xilema e espessura do floema foi de 0,18 e considerada não significativa.

O parâmetro de cor  $a^*$  do xilema além de correlacionar-se positivamente com  $a^*$  do floema, correlacionou-se mediana e negativamente com os diâmetros de raiz e de xilema. Isso indica que raízes mais grossas são mais claras e, portanto, com menor concentração de  $\beta$ -caroteno. Além disso, correlação negativa e mais fraca, de -0,24, foi verificada também entre  $a^*$  do xilema com massa de raiz. Isto pode ter ocorrido devido aos carotenóides serem produzidos até certa fase de desenvolvimento das raízes, enquanto a massa da matéria seca continua sendo acumulada, no período em que as folhas produzem fotossíntese e a acumulação de massa e volume total, principalmente do xilema, serem maiores nas raízes mais grossas, de forma que os carotenóides estariam diluídos por toda a raiz, conforme sugerido por Pereira (2002). Estes resultados indicam que a seleção para maior teor de carotenoides no xilema das raízes não pode ser efetuada em separado dos caracteres de diâmetro de raiz,

que são importantes componentes do rendimento. Silva et al. (2013) também verificaram correlações negativas entre coloração do xilema e caracteres de diâmetro de raiz; porém, as correlações não foram significativas, sendo que naquele estudo não foi estudada a espessura do floema. Silva et al. (2009) verificaram correlações negativas significativas entre cor do xilema e diâmetro do xilema, e também negativas mas não significativas com o diâmetro total da raiz.

## Conclusões

Há associação significativa entre maiores comprimento de raiz, diâmetros de raiz e de xilema e espessura do floema com maior massa de raiz.

Há correlações medianas entre o diâmetro total de raízes e os diâmetros de xilema e espessura de floema, principalmente para o diâmetro do xilema.

Há correlações negativas entre parâmetro de cor  $a^*$  do xilema e os diâmetros de raiz e de xilema. Portanto as raízes mais grossas apresentaram coloração mais claras, com menor concentração de  $\beta$ -caroteno.

## Referências

- ALVES, J. C. da S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S. Herdabilidade e correlações genotípicas entre caracteres de folhagem e sistema radicular em famílias de cenoura, cultivar Brasília. **Horticultura Brasileira**, n. 3, p. 363-367, jul./set. 2006.
- BARBOSA, M. H. P. **Capacidade combinatória e comparação entre critérios de seleção de clones de batata**. 1996. 138 f. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, F. I. F. de; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2004. 142 p.

CRUZ, C. D. Genes; a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

MICHALIK, B.; ZABAGALO, A.; ZUKOWSKA, E. Investigation of the interdependence of root color and carotene content in carrot variety Selecta. **Plant Breeding Abstract**, v. 55, p. 316, 1985.

PEREIRA, A. S. da; TAI, G. C. C.; YADA, R. Y.; TARN, T. R.; SOUZA-MACHADO, V.; COFIN, R. H. Effect of selection for chip color on some economic traits of potatoes. **Plant Breeding**, v. 113, p. 312-317, 1994.

PEREIRA, A. S. **Teores de carotenoides totais em cenoura (*Daucus carota* L.) e sua relação com a coloração das raízes**. 2002. 128 p. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

REIS, E. F. dos; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. Comparação de procedimentos de seleção para produção de grãos em populações de soja. **Ciência Rural**, v. 34, p. 685-692, 2004.

SILVA, G. O. da; SOUZA, V. Q. de; PEREIRA, A. da S.; CARVALHO, F. I. F. de; FRITSCHÉ, R. N. Early generation selection for tuber appearance affects potato yield components. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, p. 73-78, 2006.

SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V.; VILELA, M. S. Seleção de caracteres de cenoura cultivada em dois sistemas de produção agroecológicos no Distrito Federal. **Revista Ceres**, v. 56, p. 595-601, 2009.

SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V.; CARVALHO, A. D. F.; BOITEUX, L. S. Relações entre caracteres de raiz e ganhos genéticos diretos e indiretos em populações de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 36-40, 2013.

